

(Unexamined Patent Application)

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3422327 A1

51 Int. Cl. 4:  
F 16 C 33/14  
C 23 F 1/30  
C 25 D 3/02  
C 23 C 2/08

21 Aktenzeichen: P 34 22 327.4  
22 Anmeldetag: 15. 6. 84  
43 Offenlegungstag: 19. 12. 85

Date of application printed / Dec 19, 1985

DE 3422327 A1

71 Anmelder:

Fürstlich Hohenzollernsche Hüttenverwaltung  
Laucherthal, 7480 Sigmaringen, DE

74 Vertreter:

Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K., Dipl.-Chem.  
Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:

Laschimke, Ralf, Dr.-Ing. Dr., 7471 Straßberg, DE;  
Burger, Maria, Dipl.-Chem., 7947 Mengen, DE

56 Recherchenergebnisse nach § 43 Abs. 1 PatG:

DE-PS	9 60 400
DE-PS	8 30 269
DE-PS	8 18 994
DE-PS	7 56 750
DE-AS	10 48 755
DE-OS	29 02 682
DE-OS	28 25 469
DE-OS	16 21 666
GB	7 55 084
GB	5 51 181
US	33 65 777
US	27 12 166
EP	29 471

54 Verfahren zur Erzeugung einer Gleitschicht aus Weißmetall auf Bleibronzeoberflächen von Stahl/Bleibronze-Verbundlagern

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erzeugung einer Gleitschicht aus Weißmetall auf Bleibronzeoberflächen von Stahl/Bleibronze-Verbundlagern, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man in der Oberfläche der Bleibronze-schicht liegende Bleieinschlüsse selektiv herauslöst, dann zuerst eine dünne Diffusionsspererschicht aus Eisen, Nickel, Kobalt oder deren Legierungen elektrochemisch abscheidet und darauf eine Legierung auf Zinn- oder Bleibasis (Weißmetall) aufbringt.

DE 3422327 A1

15. Juni 1984

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung einer Gleitschicht aus Weißmetall auf Bleibronzeoberflächen von Stahl/Bleibronze-Verbundlagern, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man in der Oberfläche der Bleibronzeschicht liegende Bleieinschlüsse selektiv herauslöst, dann zuerst eine dünne Diffusionssperrschicht aus Eisen, Nickel, Kobalt oder deren Legierungen elektrochemisch abscheidet und darauf eine Legierung auf Zinn- oder Bleibasis (Weißmetall) aufbringt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß nach der elektrochemischen Aufbringung der Sperrschicht zunächst eine übliche Tauchverzinnung erfolgt und dann das Weißmetall aufgegossen wird.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Bleieinschlüsse mit einer organischen Säure herausgelöst werden.
4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Bleieinschlüsse mit Ameisensäure, Essigsäure, Weinsäure, Oxalsäure, Zitronensäure und/oder Benzoesäure herausgelöst werden.

Anwaltsakte 33 558 V

15. Juni 1984

FÜRSTLICH HOHENZOLLERNSCHE  
HÜTTENVERWALTUNG LAUCHERTHAL  
Postfach 220

7480 Sigmaringen

---

Verfahren zur Erzeugung einer Gleitschicht aus Weißmetall  
auf Bleibronzeoberflächen von Stahl/Bleibronze-Verbundla-  
gern

---

Bleihaltige Kupferlegierungen mit Bleigehalten von 5 bis 25 % werden vorzugsweise als Werkstoffe für Gleitlager und andere Gleitelemente wie Kugelschalen, Anlaufringe und Kipplagersegmente eingesetzt. Bei diesen sogenannten Bleibronzen handelt es sich in der Regel um Gußlegierungen, die neben dem Blei bis zu ca. 10 % Zinn enthalten können. Eine andere Legierungsgruppe, die sogenannten Rotgußlegierungen, enthalten zusätzlich bis zu ca. 10 % Zink.

Soweit diese bleihaltigen Kupferlegierungen eine genügend hohe Festigkeit besitzen, können daraus gegossene Formteile als Gleitelemente hergestellt werden. Mit zunehmendem Bleigehalt sinkt jedoch die Festigkeit dieser Legierungen soweit ab, daß ein direkter Einsatz entweder gar nicht mehr möglich ist, oder sehr große Waddicken der gegossenen Gleitelemente erforderlich machen würde. Eine bessere technische Lösung ist deshalb bei vielen bleihaltigen Kupferlegierungen die Verwendung von Verbundkörpern, bei denen die Kupferlegierung in dünner Schicht auf einen Stahlstützkörper aufgegossen oder aufgesintert wird. Solche Verbundkörper können dank der hohen Festigkeit des Stahles wesentlich dünnwandiger als der reine Kupferlegierungskörper ausgeführt werden und haben zudem den Vorteil, praktisch gleiches Wärmeausdehnungsverhalten zu zeigen, wie die sie umgebende Konstruktion, die fast immer ebenfalls aus einem Eisenwerkstoff besteht.

Stahl-Bleibronze-Verbundlager besitzen eine hohe Tragfähigkeit und können deshalb auch in hoch belasteten Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Von einem hoch belasteten Motorenlager werden aber außer einer guten Tragfähigkeit noch andere Eigenschaften, wie z.B. ein gutes Einlauf- und Notlaufverhalten, sowie eine möglichst hohe Schmutzeinbettfähigkeit verlangt.

Eine zusätzlich gewünschte Eigenschaft ist die Korrosionsbeständigkeit gegen Kraftstoff-Verbrennungsprodukte, wie sie besonders beim Betrieb von Motoren mit schwefelhaltigen Schwerölen auftreten.

Das Einlaufverhalten von Bleibronze kann verbessert werden, indem auf der Gleitfläche auf elektrochemischem Wege eine 20 bis 50  $\mu\text{m}$  dicke Schicht aus einer Bleilegierung, z.B. einer Blei-Zinn-Kupferlegierung, abgeschieden wird. Eine derartig dünne Schicht hat jedoch keine nennenswerte Schmutzeinbettfähigkeit und keine Notlaufeigenschaften. Ein weiterer Nachteil dieser Schichten ist deren geringe Korrosionsbeständigkeit bei Schwerölbetrieb der Motoren. Dickere Schichten aus diesen Bleilegie-

rungen kann man aber nicht anwenden, da wegen deren geringen Härte, die nur bei 10 - 15 Vickerseinheiten liegt, dann sowohl die Tragfähigkeit wie auch die Ermüdungsbeständigkeit der Lagerlaufschicht stark zurückgehen würden.

Der vorliegenden Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, auf die Oberfläche der Bleibronzeschicht eines Stahl/Bleibronze-Verbundlagers eine Gleitschicht aufzubringen, die bei einer Schichtdicke, welche genügende Einbettfähigkeit und Notlaufeigenschaften besitzt, noch eine hohe Tragfähigkeit und gute Ermüdungsbeständigkeit, sowie eine verbesserte Korrosionsbeständigkeit aufweist.

Auf elektrochemischem Wege ist es bisher noch nicht gelungen, eine Gleitschicht (Lagerlaufschicht) genügender Dicke mit all diesen genannten Eigenschaften zu erzeugen. Hingegen stehen schmelzmetallurgisch erzeugte Legierungen zur Verfügung, die diese Eigenschaften im vollen Umfang besitzen. Es sind dies die sogenannten Weißmetalle auf Zinnbasis. Diese seit langem als Gleitlagerwerkstoffe bekannten Weißmetalle wurden bisher im Verbundguß direkt auf den Stahlstützkörper aufgebracht. Bei diesen Weißmetall-Zweischichtlagern muß aber mit einer mehrere Millimeter dicken Weißmetallschicht gearbeitet werden, da es unbedingt vermieden werden muß, daß bei einem durch Störungen im Lager bewirkten schnellen Verschleiß der Weißmetallschicht eine Berührung zwischen Stahlstützkörper und Stahlwelle eintritt.

Da aber andererseits die Tragfähigkeit und Ermüdungsbeständigkeit einer Weißmetallschicht umso höher ist, je dünner die Weißmetallschicht ist, muß man für hochbelastete Weißmetall-Lager Schichtdicken von nur ca. 200 µm anstreben.

Die Weißmetallschicht darf jedoch nur dann so dünn gehalten werden, wenn sich unter dem Weißmetall nicht unmittelbar der Stahlstützkörper befindet, sondern eine Schicht aus Bleibronze, die als Gefahrenpuffer dient. Bei einem Verschleiß der Weißmetall-Schicht läuft die Welle dann meist problemlos auf der Bleibronzeschicht für längere Zeit weiter.

Es wäre somit für den Fachmann naheliegend, auf die Bleibronze-schicht eines Stahl-Bleibronze-Verbundkörpers ein Zinnbasis-Weißmetall aufzugießen und bis zur gewünschten Schichtdicke zerspanend zu bearbeiten. Ein solches Vorhaben muß jedoch scheitern, weil sich an der Grenzfläche zwischen Bleibronze und Weißmetall bereits während des Aufgießens eine spröde intermetallische Verbindung von Kupfer und Zinn bilden würde. Die Sprödigkeit dieser intermetallischen Verbindung  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  ist so groß, daß die Weißmetallschicht meistens schon während der Abkühlung aus der Gießwärme von der Bleibronze abplatzt, da sie die dabei entstehenden Schrumpfspannungen nicht aushält.

Man hat versucht, die Bildung der  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ -Phase durch eine galvanisch auf die Bleibronze als Sperrschicht aufgebrachte Nickelschicht von einigen Mikrometern Dicke zu vermeiden. Diese Maßnahme hat aber nur einen begrenzten Erfolg, da auch Nickel mit Zinn eine spröde intermetallische Verbindung bildet. Da die Bildungsgeschwindigkeit dieser  $\text{Ni}_3\text{Sn}$ -Verbindung nicht so groß ist wie die der  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ -Verbindung, gelingt es zwar unter bestimmten Vorsichtsmaßnahmen beim Gießen die Nickel-Zinn-Reaktionsschicht sehr dünn zu halten und ein Abplatzen der Weißmetallschicht unmittelbar nach dem Gießen zu vermeiden, aber das Abplatzen tritt oft bereits bei der nachfolgenden mechanischen Bearbeitung der Lager oder nach relativ kurzer Betriebszeit im Motor auf.

Eine Verstärkung der Gefahr des Abplatzens entsteht durch die im Motor entwickelte Wärme. Setzt man nämlich die beim Gießen stets entstehende, zunächst jedoch meist noch sehr dünne  $\text{Ni}_3\text{Sn}$ -Schicht für längere Zeit einer Temperatur von mehr als  $100^\circ\text{C}$  aus, so tritt durch Diffusionsvorgänge ein Wachstum der Schicht und eine Umbildung zu der intermetallischen Verbindung  $\text{Ni}_3\text{Sn}_4$  ein. Beide Vorgänge führen zu einer weiteren Versprödung der Schicht, wodurch es bei hochbelasteten Motorenlagern zu Ermüdungsbrüchen in dieser Schicht und damit zu einer Ablösung der Weißmetallschicht kommt. Nickel ist deshalb als Sperrschichtmetall weniger gut als Eisen geeignet.

100-04  
- 6 -

3422327

Eine gegenüber Nickel wesentlich bessere Eignung als Sperrschicht-Metall besitzt Eisen. Zwar bildet auch Eisen mit Zinn eine intermetallische Verbindung der Zusammensetzung  $\text{FeSn}_2$ , aber diese Schicht bildet sich durch den Gießvorgang nur in äußerst geringer Schichtdicke aus und zeigt selbst bei Temperaturen von  $200^\circ\text{C}$  auch nach mehreren tausend Stunden kein Dickenwachstum und keine kristallografische Umbildung und somit auch keine Versprödung.

Eine Voraussetzung dafür, daß eine Sperrschicht, die unter der Laufschrift eines Gleitlagers liegt, nur als reine Diffusionsperre wirkt und keinerlei andere unerwünschte Funktionen ausübt, ist eine minimale Schichtdicke der Sperrschicht. Nur dadurch ist es nämlich sichergestellt, daß bei einem Verschleiß der Laufschrift die Welle nicht längere Zeit auf der Diffusionssperrschicht laufen muß und Schaden erleidet, weil das Sperrschichtmetall keine guten Gleiteigenschaften besitzt. Eine gute Diffusionssperrschicht sollte deshalb nur ca.  $1\text{ }\mu\text{m}$  dick sein. Bereits Sperrschichtdicken von  $3\text{ }\mu\text{m}$  Dicke müßten als gefährlich angesehen werden, besonders, wenn die Oberfläche der in dem Gleitlager laufenden Welle nicht gehärtet ist.

Ist der Sperrdamm nur ca.  $1\text{ }\mu\text{m}$  dick und ist er außerdem von möglichst geringer Härte, so erfolgt bei einem Durchtritt der Welle durch die Laufschrift der Verschleiß des Sperrdammes in ungefährlich kurzer Zeit und die Welle erreicht die unter der Sperrschicht liegende Bleibronze, noch bevor Schädigungen an der Welle auftreten können.

Die Herstellung von  $1\text{ }\mu\text{m}$  dicken Diffusionssperrschichten auf Bleibronze, auf die ein Zinnbasis-Weißmetall aufgegossen werden soll, ist bisher nicht möglich gewesen. Damit eine Sperrschicht ihre Sperrwirkung gegen Reaktions- und Diffusionsvorgänge ausüben kann, muß nämlich die Sperrschicht vollkommen dicht sein. Es wurde gefunden, daß selbst kleinste Fehlstellen in der Sperrschicht Reaktionen des Zinnes mit dem Kupfer ermöglichen. Ausgehend von diesen winzigen Initialstellen wird der Sperrdamm ähnlich wie bei der allgemein bekannten Lochfraß-

3422327

- 7 -

korrosion noch vor der Erstarrung des Weißmetalles von der entstehenden intermetallischen Verbindung seitwärts auf einer Fläche, die das Vielfache der Initialstelle ausmacht, unterwandert. Die Bindung zwischen Sperrschicht und Bleibronze geht an diesen Stellen fast vollständig verloren. Zeigt die Bindungszone zahlreiche solcher mikroskopisch kleiner Sperrschicht-Durchbrüche, so ist das Lager unbrauchbar.

Die Sperrschicht-Durchbrüche werden großflächig sichtbar, wenn man die Weißmetallschicht der bei Herstellern von Weißmetall-Lagern üblichen Meißelprobe unterwirft. Die Trennfläche ist dann mit zahlreichen winzigen rötlichen Punkten, den Kupfer-Zinn-Reaktionsstellen, übersät. Wird ein solches fehlerhaftes Lager im Motor eingesetzt, so wirken die Fehlstellen in der Bindungszone als innere Kerben, von denen Mikrodauerbrüche, die zur Ablösung der Weißmetallschicht führen, ausgehen können.

Es wurde ferner gefunden, daß die Fehlstellen weniger gefährlich sind, wenn man auf der Sperrschicht die Abscheidung einer Zinnbasis-Legierung auf elektrochemischem Weg vornimmt. Da diese Abscheidung bei Temperaturen von weniger als 100°C durchgeführt wird, kommt es nicht wie beim Aufgießen von Weißmetall zu einer sofortigen Reaktion zwischen Kupfer und Zinn im Bereich der Fehlstellen in der Sperrschicht. Nur durch Langzeit-Diffusion bei erhöhten Temperaturen kann es zu einer begrenzten Unterwanderung der Sperrschicht kommen.

Es wurde weiterhin überraschend gefunden, daß die Entstehung der Fehlstellen an etwa 1  $\mu$ m dicken Sperrschichten in Zusammenhang mit in der Bleibronze enthaltenen Bleieinschlüssen steht. Diese Bleieinschlüsse, die in der Oberfläche der elektrochemisch mit einer Sperrschicht zu versehenen Bleibronze liegen, werden bei den bisher bekannten Vorbehandlungsmethoden zur elektrochemischen Abscheidung von Nickel oder Eisen nicht mit einer festhaftenden galvanischen Schicht bedeckt.

Die Bleieinschlüsse stellen passivierte Bereiche der Oberfläche dar, zu deren galvanischer Bedeckung vor allem ein von der Sei-



te her eintretendes Überwachsen erforderlich ist. Ein vollständiges Überwachsen ist aber nur dann möglich, wenn hierfür eine ausreichend lange Abscheidungszeit zur Verfügung steht. Zwangsläufig wird dann aber auch eine Sperrschicht von einer unerwünschten Dicke von mehreren  $\mu\text{m}$  abgeschieden. Aber auch in diesem Falle bleibt über dem Bleieinschluß oft eine winzige nicht bedeckte Stelle erhalten. Außerdem ist insgesamt die Haftung des Überzugmetalles auf den Bleieinschlüssen geringer als auf dem Kupfergrundmetall.

Es wurde ferner gefunden, daß ein Bleieinschluß niemals den ganzen Hohlraum des Kupfer-Grundmetalles, in dem er sich befindet, ausfüllt. Aufgrund des extrem großen Erstarrungsintervalles der Bleibronzen, das z.B. für eine binäre Kupfer-Blei-Legierung mit 15 % Blei zwischen 960 und 327°C liegt, entsteht nämlich in jedem einzelnen Bleieinschluß ein Mikrolunker, der bei der zerspannenden Bearbeitung, die vor der elektrochemischen Abscheidung durchgeführt wird, angeschnitten werden kann. In diesem Falle saugt sich der meist sehr fein verästelte, dendritische Lunker mit der ersten Flüssigkeit voll, mit der er bei der Vorbehandlung zur elektrochemischen Abscheidung in Berührung kommt. Infolge starker Kapillarkräfte wird diese Flüssigkeit in den nachfolgenden Behandlungsstufen nicht mehr ausgetauscht, sondern bis zum Ende des elektrochemischen Abscheidungsprozesses festgehalten und bei der Überdeckung der Bleieinschlüsse eingeschlossen.

Soll nun eine mit einer mehrere  $\mu\text{m}$  dicken Nickel- oder Eisen-sperrschicht überzogene Bleibronzeoberfläche mit Weißmetall begossen werden, so muß man sie zunächst vorverzinne. Dies geschieht in der Regel durch Tauchverzinnung bei ca. 350°C. Bei dieser Temperatur schmilzt der Bleieinschluß, die eingeschlossene Flüssigkeit verdampft und die Sperrschicht wird durch den Dampfdruck gesprengt. Das Zinn des Verzinnungsbades vermischt sich sehr schnell mit dem geschmolzenen Blei und kommt auf diesem Wege mit dem Kupfergrundmetall in Berührung, mit welchem es sofort unter Bildung von  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$  reagiert.

Die Aufgabe, eine nur etwa 1  $\mu\text{m}$  dicke Sperrschicht aus Eisen oder Nickel, Kobalt oder deren Legierungen auf Bleibronze elektrochemisch aufzubringen, konnte mit keiner der üblichen Vorbehandlungsverfahren des anodischen und chemischen Beizens in Mineralsäuren gelöst werden; es zeigte sich immer der Zusammenhang zwischen dem Durchbrechen der Sperrschicht infolge Verdampfung der in den Mikrolunkern der Bleieinschlüsse gespeicherten Flüssigkeit und der Unterwanderung der Sperrschicht durch die Reaktionsphase  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ .

Vorstehend beschriebene Nachteile werden erfindungsgemäß durch ein Verfahren überwunden, bei dem die Bleieinschlüsse aus der Oberfläche der Bleibronze vor der elektrochemischen Abscheidung des Sperrschichtmetalles entfernt werden, wobei diese selektive Entfernung des Bleies in der Weise erfolgen muß, daß die Kupferbasis-Legierung, in welche die Bleieinschlüsse eingelagert sind, nicht oder nur wenig abgetragen wird, da andernfalls wieder neue Bleieinschlüsse freigelegt werden würden. Eine der erfindungsgemäßen Arbeitsweisen beruht auf der Anwendung von Essigsäure und einem Oxidationsmittel, z.B. Wasserstoffperoxid.

Die selektive Entfernung der Bleieinschlüsse gelingt ferner durch eine Behandlung der Bleibronze in einer der folgenden organischen Säuren: Ameisensäure, Weinsäure, Zitronensäure, Benzoesäure oder ihrer Gemische. Die Säuren können in einem sehr breiten Konzentrationsbereich angewendet werden.

Bei Ameisen- und Essigsäure ist eine Konzentration von 25 bis 50 Vol.-% bevorzugt geeignet. Bei den anderen Säuren wie Weinsäure, Zitronensäure oder Benzoesäure, die in konzentrierter Form fest sind, wird vorzugsweise eine kaltgesättigte wässrige Lösung hergestellt. Zur Verstärkung des Angriffes ist es vorteilhaft, den Säuren 3 bis 15 %, vorzugsweise etwa 5 Vol.-% Wasserstoffperoxid als Oxidationsmittel zuzusetzen. Die beste Arbeitstemperatur ist die Raumtemperatur, jedoch sind auch Temperaturen bis 50°C möglich.

Da Ameisensäure auch den Stahlkörper des Stahl/Bleibronze-Verbindeteiles ziemlich stark angreift, ist es beim Arbeiten mit

dieser Säure erforderlich, den Stahlstützkörper durch einen Überzug, z.B. aus Chlorkautschuk, zu schützen.

Die Einwirkungszeit hat sich nach der maximalen Größe der Bleieinschlüsse zu richten, die offensichtlich von den Gieß- und Erstarrungsbedingungen abhängt. Bei sehr feiner Bleiverteilung genügen für Essigsäure und Ameisensäure etwa 3 Minuten, bei gröberer Bleiverteilung ca. 10 Minuten. Die übrigen Säuren wirken langsamer.

Nach der Bleientfernung muß die organische Säure gründlich entfernt werden, bevor die Abscheidung der Sperrschicht vorgenommen wird.

Obwohl durch das Herauslösen der Bleieinschlüsse aus der Bleibronzeoberfläche zahlreiche kleine Kavernen in der Oberfläche entstehen, die ähnlich den Mikrolunkern der Bleieinschlüsse eine Kapillarwirkung haben, hat es sich überraschenderweise gezeigt, daß diese rundlichen, glattwandigen Hohlräume nicht das gleiche störende Verhalten wie die feinverästelten Mikrolunker in den Bleieinschlüssen zeigen.

Die organischen Säuren können durch Spülen mit Wasser aus den Kavernen gründlich entfernt werden und beeinträchtigen die nachfolgende Eisenabscheidung nicht.

Die Entfernung der Bleieinschlüsse in der oben beschriebenen Art und Weise kann prinzipiell aber auch mit jedem anderen Agens vorgenommen werden, welche vorzugsweise nur Blei und nicht oder nur ganz wenig Kupfer- bzw. Kupfer-Zinn-Legierungen angreift. Diese Eigenschaft zeigen neben den angeführten 4 starken Säuren, unter der Vielzahl der organischen Säuren, zweifellos auch noch eine ganze Reihe schwächerer Säuren. Da jedoch für eine mit vertretbarem Zeitaufwand durchführbare Vorbehandlung der Bleibronze eine Säureeinwirkungsdauer von nur einigen Minuten angestrebt werden muß, scheiden die langsamer wirkenden schwachen organischen Säuren praktisch aus.

Es empfiehlt sich nicht, mit starken und schnell wirkenden aber toxikologisch bedenklichen Säuren zu arbeiten, wie z.B. mit der Tri-, Di- und Monochloressigsäure oder der Oxalsäure.

Die anwendbaren Konzentrationen der Säuren sind unter den Gesichtspunkten der Wirtschaftlichkeit und Gefährlichkeit zu wählen. Ameisensäure und Essigsäure können prinzipiell im Bereich von 10%iger bis zu konzentrierter Säure angewendet werden. Die konzentrierten Säuren sind aber wegen Geruchsbelästigung und Gesundheitsschädlichkeit besser zu vermeiden, während die höheren Verdünnungsgrade eine zu geringe Angriffsgeschwindigkeit zeigen und auch in unerwünschter Weise den Stahlrücken angreifen. Als optimal hat sich bei diesen Säuren eine Konzentration von etwa 50 % erwiesen.

#### Beispiel

Für die Vorbehandlung einer Bleibronze, die vorzugsweise bei der Herstellung von Haupt- und Pleuellagern für hochbelastete Dieselmotoren Anwendung findet, wurde eine Legierung verwendet, deren Mikrogefüge in Bild 1 und Bild 2 wiedergegeben ist. Diese Bleibronze enthält 21,3 % Blei, 3,1 % Zinn und 75,6 % Kupfer und zeigt eine mittelmäßige Bleiverteilung. Die größten der meist etwas länglichen Bleieinschlüsse messen in ihrer Hauptachse etwa 10 µm.

Lagerschalen aus dieser Bleibronze wurden nach dem in üblicher Weise erfolgenden Entfetten und anodischen Beizen bei Raumtemperatur unter ständigem langsamen Auf- und Abbewegen in einer 50%igen Essigsäure mit einem Zusatz von 5 % Wasserstoffperoxid 5 Minuten lang behandelt. Anschließend wurde kräftig mit Wasser gespült und sodann die Eisenabscheidung aus einem Eisensulfat-Bad üblicher Zusammensetzung galvanisch vorgenommen. Die Lagerschale wurde sodann bei 360°C 1 Minute tauchverzinnt und anschließend im Schleudergußverfahren mit einem Weißmetall ausgegossen das 87,8 % Zinn, 7,1 % Antimon, 3,3 % Kupfer, 0,95 % Kadmium, 0,3 % Arsen, 0,35 % Chrom und 0,2 % Kobalt enthielt.

15.05.54  
- 12 -

3422327

Bild 1 zeigt einen Mikro-Querschliff durch Bleibronze, Eisen-sperrschicht und aufgegossenes Weißmetall an einem Gleitlager, aus dessen Bleibronzeoberfläche die Bleieinschlüsse erfindungs-gemäß herausgelöst wurden. Man erkennt, daß die ca. 1  $\mu$ m dicke Sperrschicht völlig dicht und gleichmäßig ausgebildet ist und auch die Innenwandung der Kavernen bedeckt, die ehemals mit Blei ausgefüllt waren. Das Weißmetall hat die mit der dünnen Eisenschicht ausgekleideten Kavernen ausgefüllt, ohne daß es zu einem Durchbruch der Sperrschicht gekommen ist.

Im Gegensatz hierzu steht Bild 2, bei dem die Bleieinschlüsse nicht entfernt wurden. Der Sperrdamm ist an zahlreichen Stellen durchbrochen und durch  $\text{Cu}_6\text{Sn}_5$ -Bildung unterwandert. Das Weißme-tall hat in diesem Fall keine ausreichende Bindung auf der Stützscha-le mehr.

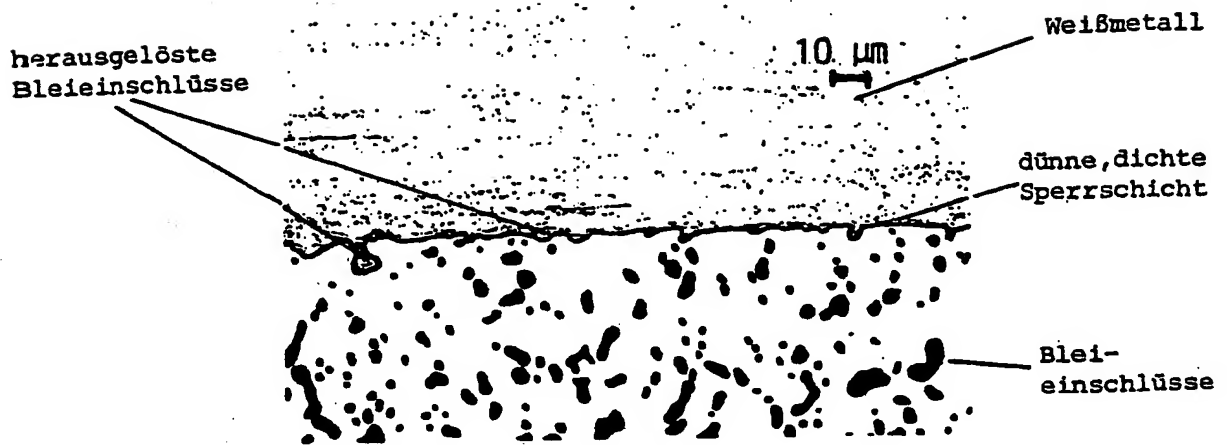


Bild 1

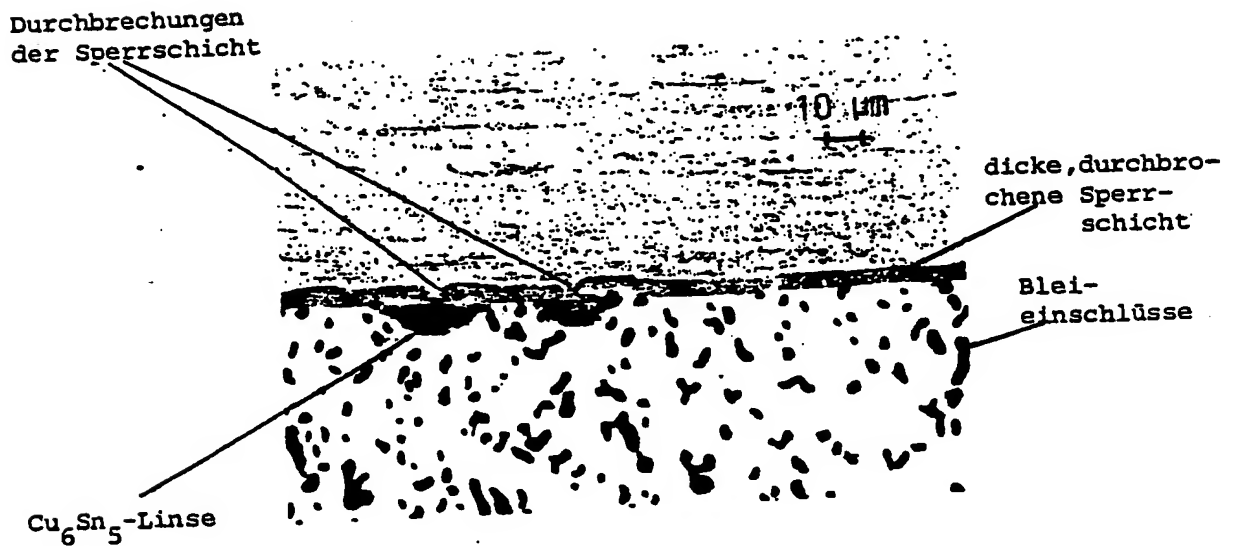


Bild 2